

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局

特許協力条約に基づいて公開された国際出願



<p>(51) 国際特許分類6 C02F 1/44, B01D 63/02, 65/02</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/29630</p> <p>(43) 国際公開日 1999年6月17日(17.06.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/05520</p> <p>(22) 国際出願日 1998年12月7日(07.12.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平9/335814 1997年12月5日(05.12.97) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三菱レイヨン株式会社 (MITSUBISHI RAYON CO., LTD.)[JP/JP] 〒108-8506 東京都港区港南一丁目6番41号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 宮下聡史(MIYASHITA, Satoshi)[JP/JP] 本城賢治(HONJYO, Kenji)[JP/JP] 加藤修身(KATOU, Osami)[JP/JP] 岡崎博行(OKAZAKI, Hiroyuki)[JP/JP] 矢ノ根勝行(YANONE, Katsuyuki)[JP/JP] 〒461-8677 愛知県名古屋市中区砂田橋四丁目1番60号 三菱レイヨン株式会社 商品開発研究所内 Aichi, (JP) 小林真澄(KOBAYASHI, Masumi)[JP/JP] 〒108-8506 東京都港区港南一丁目6番41号 三菱レイヨン株式会社内 Tokyo, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 弁理士 若林 忠, 外(WAKABAYASHI, Tadashi et al.) 〒107-0052 東京都港区赤坂1丁目9番20号 第16興和ビル8階 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CA, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54)Title: APPARATUS AND METHOD FOR TREATING WATER</p> <p>(54)発明の名称 水処理装置および水処理方法</p> <div data-bbox="358 1251 1263 1667"> </div> <p>(57) Abstract</p> <p>An apparatus for treating water, including a membrane separation device disposed above an aeration device arranged in a treating tank, characterized in that the size of gas discharge ports provided to the aeration device is 1 to 10 mmφ, and a sectional area X (cm<sup>2</sup>) of the membrane separation device in a horizontal direction and the number Y of the gas discharge ports of the aeration device satisfy the relation 20&lt;X/Y&lt;300. According to this water treating apparatus, clogging of the pores in the surface of the separation membrane due to suspended materials rarely occurs, and filtration can be made stably for a long time.</p>		

(57)要約

処理槽内に配設された散気装置の上方に膜分離装置が配設された水処理装置であって、散気装置に設けられた気体吐出口の大きさが1～10mmφであり、膜分離装置の水平方向の断面積をXcm<sup>2</sup>、散気装置の気体吐出口の数をY個としたとき、関係式20<X/Y<300を満足することを特徴とする水処理装置。この水処理装置によれば、懸濁物による分離膜表面の細孔の閉塞が少なく、長期にわたり安定した濾過が可能である。

PCTに基づいて公開される国際出願のパフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GR	ギリシア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BJ	ベナン	HR	クロアチア		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	ML	マリ	UG	ウガンダ
BY	ベラルーシ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	US	米国
CA	カナダ	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UZ	ウズベキスタン
CF	中央アフリカ	IL	イスラエル	MW	マラウイ	VN	ヴェトナム
CG	コンゴ	IN	インド	MX	メキシコ	YU	ユーゴスラビア
CH	スイス	IS	アイスランド	NE	ニジェール	ZA	南アフリカ共和国
CI	コートジボワール	IT	イタリア	NL	オランダ	ZW	ジンバブエ
CM	カメルーン	JP	日本	NO	ノルウェー		
CN	中国	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CU	キューバ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
CY	キプロス	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
CZ	チェコ	KR	韓国	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア		
DK	デンマーク	LC	セントルシア	SD	スーダン		
EE	エストニア			SE	スウェーデン		

## 明 細 書

## 水処理装置および水処理方法

## 技 術 分 野

本発明は、水処理にて、固液分離を行う装置に関する。

## 背 景 技 術

従来より、浄水処理、下排水処理、或いは産業排水の処理等、濁度の高い被処理水の固液分離を行う方法として、砂濾過や重力沈殿等が行われている。しかしながら、これら方法による固液分離は、得られる処理水の水質が不十分となる場合が生じることや、固液分離のために広大な用地を必要とするといった不都合を有している。

このような不都合を解決する方法として、近年精密濾過膜、限外濾過膜等の分離膜を配設した膜モジュールを用いて被処理水の固液分離を行う方法が種々検討されている。分離膜を用いて被処理水の濾過処理を行うと、水質の高い処理水を得ることができる。

分離膜を用いて被処理水の固液分離を行う場合、濾過処理を継続するに従って懸濁物質による分離膜表面の細孔の目詰まりが進行するため、濾過流量の低下、或いは膜間差圧の上昇が生じる。このような状態を回復させるため、膜モジュールの下方に散気管を配設し、散気管からエアの散気を行い、分離膜を揺動させることにより膜表面の懸濁物質を引き剥がす方法が行われている。

しかしながら、膜モジュールを用いて排水の濾過を行う方式においても、運転が長期にわたった場合、散気装置より吐出される気泡を分離膜に対し均一に当て続けることが困難であるため、懸濁物質が膜表面の細孔を閉塞し、濾過流量が低下するため、低下した濾過流量を回復するための、頻繁なメンテナンス作業が必要になるといった不都合があった。

これに対し、特開平9-117647号公報には、散気装置に供給する空気量の調整により、散気孔の目詰まりを起り難くする方法が提案されているものの、散気孔そのものに関しては何ら考慮されておらず、膜モジュールの洗浄における効果の均一性の点で問題があった。

また、特開平9-192662号公報のように、散気装置のみを処理槽より容易に取り外し可能な方式が提案されているものの、この方式の場合も散気孔そのものに関しては何ら考慮されておらず、散気孔の閉塞を許容し、閉塞後洗浄するという頻繁なメンテナンス作業を必要とする不都合があった。

### 発 明 の 開 示

本発明は、前述した不都合を解決するためになされたものであり、長期にわたる濾過を行っても散気装置の気体吐出口の閉塞が少なく、その結果懸濁物による膜面の細孔の閉塞が少なく、安定した濾過が長期間継続可能な水処理装置の提供を目的とする。

即ち、本発明の要旨は、処理槽内に配設された散気装置の上方に膜分離装置が配設されてなる水処理装置であって、散気装置に設けられた気体吐出口の大きさが1～10mmφであり、膜分離装置の水平方向の断面積を $X\text{ cm}^2$ 、散気装置の気体吐出口の数を $Y$ 個としたとき、関係式 $20 < X/Y < 300$ を満足することを特徴とする水処理装置である。

また、本発明の要旨は、散気装置に設けられた気体吐出口の大きさが1～10mmφであり、膜分離装置の水平方向の断面積を $X\text{ cm}^2$ 、散気装置の気体吐出口の数を $Y$ 個としたとき、関係式 $20 < X/Y < 300$ を満足する散気装置の上方に該膜分離装置を配設し、連続的若しくは断続的に散気装置から散気を行いながら、膜分離装置より被処理水を濾過することを特徴とする水処理方法である。

### 図 面 の 簡 単 な 説 明

図1は、本発明の水処理装置を示す模式図である。

図2は、本発明に使用される膜分離装置の膜配設部における水平方向の断面図の一例である。

図3は、本発明に使用される膜モジュールの一例を示す図である。

図4～6は、本発明の水処理装置において水頭差を用いて濾過を行う例を示す模式図である。

図7は、本発明の実施例および比較例の濾過試験による経時的な膜間差圧の挙動を示したグラフである。

### 発明を実施するための最良の形態

本発明の水処理装置においては、図1に示すように、被処理水は処理槽1内において、曝気されつつ生物処理される。処理槽1内には、膜分離装置2が配置される。膜分離装置は、少なくとも上下方向が解放され、概略直方体の形状をなしており、その内部には通常複数個の膜モジュールが上下方向に配設されている。

本発明に使用される膜モジュールとしては、平膜タイプ、中空糸膜タイプ、管状膜タイプ、袋状膜タイプ等の形状の分離膜を適用することができる。また、分離膜の材質としては、セルロース、ポリオレフィン、ポリスルホン、PVDF（ポリビニリデンフロライド）、PTFE（ポリ四フッ化エチレン）、セラミックス等を適用することができる。

また、本発明に使用される分離膜の細孔の孔径としては、特に限定されるものではなく、一般に限外濾過膜と呼ばれる孔径0.001～0.1 $\mu$ mのもの、または一般に精密濾過膜と呼ばれる孔径0.1～1 $\mu$ mのもの、あるいはそれ以上の孔径のものをを用いることが可能であり、固液分離の対象となる物質の粒径に応じて選択される。例えば活性汚泥の固液分離に用いるならば、0.5 $\mu$ m以下とするのが好ましく、また、浄水の濾過のように、除菌が必要な場合は0.1 $\mu$ m以下とするのが好ましい。

膜分離装置の下方には、散気装置4が配置される。散気装置は、その形態は特に限定されるものではないが、金属、樹脂等からなる管状配管に気体吐出口を開口させた散気管を用い、ブローアより空気を供給するのが、製作が容易且つ安価なことから好ましい。

散気装置の気体吐出口から連続的もしくは断続的に散気された気泡は、被処理水液中を通過して膜分離装置に達し、さらに膜モジュールの膜面の近傍を通過して水面から放出される。この際、気泡は被処理水中を通過して水面まで上方に移動するため、被処理水と気泡からなる、上向する気液混合流が発生する。この気液混合流が、膜モジュールの膜面をスクラビングすることにより固形分の膜面への付着が防止され、膜面の急速な目詰まりを防止することができる。

本発明の水処理装置では、膜分離装置の水平方向の断面積を $X\text{ cm}^2$ 、散気

装置の気体吐出口の数をY個とした時、関係式 $20 < X/Y < 300$ が満たされるように気体吐出口が配設されている。このように配設することにより、個々の気体吐出口から実質的に均一に気体が吐出し、かつ膜モジュール全体に均一に気泡を当てることができ、加えて長期間にわたって気体吐出口の閉塞が少なくできるので、長期間にわたって膜面の細孔の目詰まりが少なく、高い流量で膜分離装置による濾過を行うことができる。

X/Yが300以上の場合には、散気装置に気体吐出口を開口させた際のバリの有無、気体吐出口の微妙な形状の差、散気装置の傾き等によって個々の気体吐出口における圧力損失に差が生じることから、すべての気体吐出口から均一に気体が発生しにくい。その結果散気装置の気体吐出口の一部に閉塞が起こり、膜の洗浄効果に斑が生じてしまうため適当でない。

一方、X/Yが20以下の場合には、膜分離装置に対して気体吐出口が偏在しやすく、分離膜に対して万遍なく気体を供給することが困難であり、部分的に気泡のあたらない部分が生じるため膜の洗浄効果が低下し適当ではない。

なお、本発明における膜分離装置の水平方向の断面積とは、膜分離装置にケーシングがある場合にはそのケーシング内の水平方向断面積をいう。図2は、ケーシングのない膜分離装置の膜配設部における水平方向の模式断面図を示すものであるが、ケーシングが無い場合には、本発明にいう膜分離装置の水平方向の断面積とは、配設された全ての分離膜（膜モジュール3）を囲む最小体積の直方体の水平方向の断面積（破線で囲まれた部分）をいう。

散気装置として散気管を用いる場合には、内径が5～120mmφのものをを用いることが好ましく、10～80mmφのものをを用いることがより好ましい。散気管が細すぎると圧損のため気体の吐出が不均一となりやすく、また太すぎると加工性が悪く、また平行に隣接する気体吐出口との間隔が広くなり過ぎて気体の吐出が不均一となりやすい。

気体吐出口の大きさとしては、1～10mmφが好ましく、2～5mmφがより好ましい。気体吐出口が細すぎると気体吐出量の確保が困難になるとともに圧損も大きくなる。また太すぎると散気管の内部に汚泥が侵入しやすくなり、気体吐出口間の気体吐出量が不均一となりやすい。

また、散気管と気体吐出口の大きさの関係としては、散気管の内部断面積が、その散気管一本に配設された気体吐出口の総面積の1.25倍以上であることが好ましく、1.67倍以上であることがより好ましい。散気管に対する気体吐出口の総面積の割合がこれ以下になった場合には、圧力バランスが崩れやすく、全ての気体吐出口から均一にエアを吐出することが困難になりやすい。

また、膜分離装置としては、平面状に展開して配置された中空系膜と、中空系膜の端部を開口状態に保ちつつこれを固定する固定部材と、固定部材を支持収納する構造材とを有してなる中空系膜モジュールを含み、かつ中空系膜により形成される平面がほぼ垂直となるように中空系膜モジュールを配置したものをを用いることが、気泡および気液混合流による洗浄をより効果的とする観点より好ましい。

図3は、本発明の膜分離装置に用いるのが好適な膜モジュール3、すなわち平型中空系膜モジュール11の一例を示す図である。この平型中空系膜モジュール11は、複数本の中空系12が平行に配され、これらが図示しない縦系で一体化された編織物である、通常1乃至5枚の複数枚のシート状集合体13（この図の場合は2枚の編み地からなる）と、これらのシート状集合体13の中空系膜12の繊維軸方向両端に設けられた構造材14からなる。このような中空系膜モジュールの場合には、中空系膜が汚泥等により集束固着一体化し難く、散気装置によるスクラビングが効果的に実施できる。

中空系膜12は、例えば前記平膜型モジュール3の分離膜の材料として例示した樹脂からなるもので、種々の多孔質あるいは管状のものを使用できる。構造材14は、その内部に内部路15が形成された筒状のもので、その一端は封止され、他端は図示しない集水配管に接続されている。さらに、構造材14の側壁にはその長さ方向に沿ったスリット16が形成されている。そして、スリット16にはシート状集合体13の端部が挿入されつつ、固定部材17で液密に閉塞され、シート状集合体13の両端部が2つの構造材14にてそれぞれ支持固定されている。この場合、シート状集合体13の端部とは、中空系膜12の繊維軸方向両端部であり、各中空系膜12の両端部は構造材14の内部路1

5内に、その開口状態を保ったまま固定されている。

中空系膜モジュールの配置は、中空系膜により形成される平面がほぼ垂直となるようであれば特に限定されるものではなく、例えば中空系膜の繊維軸方向がほぼ水平になるような配置方法、中空系膜の繊維軸方向が水平面に対し傾斜角を持つようにする配置方法、中空系膜の繊維軸方向がほぼ垂直になるような配置方法を挙げることができ、処理槽の大きさ、形、必要処理量、必要LV等の諸件を考慮して適当な配置を選択することができる。

ここで、中空系膜の繊維軸方向がほぼ水平になるような配置にする場合は、中空系膜の末端部に固定された構造材が垂直となるように配置される。このような配置の場合、気泡又は気液混合流が通過する部分には、ほぼ垂直な平面として展開された中空系膜のみが存在するため、中空系膜モジュールの濾過部における膜密度を高くすることができ、これによって膜分離装置全体をコンパクトにすることができるというメリットを持つ。

また、中空系膜の繊維軸方向が水平面に対し傾斜角を持つような配置とする場合は、中空系膜の繊維軸方向がほぼ水平になるような配置の場合と同様に、気泡又は気液混合流が通過する部分には、ほぼ垂直な平面として展開された中空系膜のみが存在するため、中空系膜モジュールの濾過部における膜密度を高くすることができる。

このような配置の場合、中空系膜の繊維軸方向がほぼ水平になるような配置と比較して、中空系膜の長手方向に関してはよりコンパクトになるが、高さ方向に対しては不利である。このため、このような配置は、処理槽の設置に際し、限られた長さに設置する必要があるが、高さ方向には余裕があるような場合に好適な配置方法である。

また、中空系膜の繊維軸方向がほぼ垂直になるような配置にする場合は、中空系膜の末端部に固定された構造材が平行となるように配置される。このような配置の場合、気泡又は気液混合流が通過する部分に、構造材が存在するため、隣り合う膜モジュール同士をあまり密接に配置すると、気泡又は気液混合流が通過し難くなり、洗浄効果が低下するという問題がある。そのため、ある程度の間隔をもってモジュールを配置する必要があるものの、その場合、中空系



膜の繊維軸方向がほぼ水平になるような配置と比較して、水平方向の膜の揺動が少なくなる結果、気体および気液混合流の通過に対する抵抗が少なくなり、このため特に気体の供給量を増加させていった際に気液混合流の上昇水流の流速がかなり上がり洗浄効果の向上効率が高くなるため、膜面積あたりの濾過流量、 $LV$ を高く設定することができるというメリットがある。

本発明に用いられる膜分離装置の膜配設部における膜密度としては装置の容積あたりの処理量を確保する見地より、下限としては $100\text{ m}^2/\text{m}^3$ が好ましく、さらに、 $150\text{ m}^2/\text{m}^3$ とすることがより好ましい。また、上限としては、洗浄時の気泡および気液混合流の通過に対する抵抗を考慮すると、 $500\text{ m}^2/\text{m}^3$ とすることが好ましく、さらに、 $400\text{ m}^2/\text{m}^3$ とすることがより好ましい。

なお、本発明でいう膜配設部における膜密度とは、配設されたすべての膜モジュールを囲む最小体積の直方体の体積あたりの膜面積をいう。

本発明の膜分離装置による濾過（固液分離）操作は、例えば以下のようにして行われる。すなわち、被処理水中に通常複数の平型中空系膜モジュール3を浸漬し、内部路15に接続された集水配管から吸引すると、内部路15を介して中空系膜12内が負圧となり、その外部の被処理水が中空系12を経て濾過される。濾液（処理水）は中空系膜12内を通して内部路15に至り、更に集水管を通して回収される。平型中空系膜モジュール3を複数配置する場合は通常、それぞれの集水配管が一括してポンプなどの吸引手段に接続される。

本発明の膜分離装置による濾過操作は、また、水頭差を利用して行うことも可能である。水頭差を用いて濾過を行う場合、吸引ポンプ等の動力を必要としないため、省エネルギーの見地より好ましい。この場合、中空系膜モジュールの被処理水入口側である1次側と、処理水出口側である2次側との間に水頭差を設けて中空系膜モジュールの1次側および2次側を配置することを必須とする。

図4は本発明において水頭差を用いて濾過を行う際の一例を示す模式図であるが、中空系膜モジュール3の1次側と液密を保った状態で、中空系膜モジュール3の2次側の配管18を逆U字管とし、処理槽1外で配管18の出口を大

気に解放し、かつこの配管 18 の出口（処理水出口）の位置を処理槽 1 内の被処理水の水位より低い位置とし、1 次側と 2 次側との間に水頭差を設けている。図 4 における配管 18 の途中には真空ポンプ等の脱気手段 19 を設けることが好ましい。

図 5 に示す例では、中空系膜モジュール 3 の 1 次側と液密を保った状態で、中空系膜モジュール 3 の 2 次側の配管 18 を処理槽 1 外へ真っ直ぐに延ばして配管 18 の出口を大気に開放し、かつこの配管 18 の出口の位置を処理槽 1 内の被処理水の水位より低い位置とし、1 次側と 2 次側との間に水頭差を設けている。

また、図 6 に示す例では、中空系膜モジュール 3 の 2 次側が、1 次側と液密を保った状態で大気に解放されている処理槽内の液溜まり部 20 に配管 18 で連通し、かつこの液溜まり部 20 の水位を 1 次側の被処理水の水位より低い位置として、1 次側と 2 次側との間に水頭差を設けている。液溜まり部 20 からの濾液の排出は、水中ポンプ、チューブポンプ、ダイヤフラムポンプ、カスケードポンプ、エアーリフトポンプ等、任意の排出手段 21 によって行うことができる。

本発明の水処理装置において、散気装置の気体吐出口から吐出される気泡およびそれによって生起される気液混合流が均一かつ十分な速度にて膜分離装置まで達するためには、ある程度の距離を必要とする。気体吐出口から膜分離装置までの距離の下限として、20 cm 以上とすることが好ましく、30 cm 以上とすることがより好ましい。上限については特に限定されるものではないが、処理装置全体の容積効率を考慮すると、1 m 以下とすることが好ましく、60 cm 以下とすることが更に好ましい。

また、本発明の水処理装置により散気を行う際の気体の吐出量としては、膜の洗浄効果を考慮すると、膜分離装置の水平方向の断面積あたり、 $10 \sim 150 \text{ Nm}^3 / \text{m}^2 / \text{hr}$  とすることが好ましく、更に酸素の溶解量、経済性をも考慮すると  $20 \sim 100 \text{ Nm}^3 / \text{m}^2 / \text{hr}$  とすることがより好ましい。更に、気体吐出口における気体吐出速度としては、 $5 \sim 100 \text{ cm} / \text{sec}$  で散気することが好ましく、 $10 \sim 50 \text{ cm} / \text{sec}$  で散気することがより好ましい。

。散気速度がこれより遅いと散気管内に汚泥が侵入しやすくなり、またこれより速くするのは圧損が高くなり困難であるとともに、分離膜に過大な応力が加わるおそれがあるため適当ではない。

以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

#### <実施例1>

平均孔径0.1  $\mu\text{m}$ の精密濾過用ポリエチレン中空系膜をスクリーン状に展開固定した中空系膜モジュール（商品名：ステラポアLF、三菱レイヨン（株）製：中空系膜の繊維軸方向のモジュール長さ80 cm；膜面積8  $\text{m}^2$ ）5本を、スクリーンが垂直方向を向き、繊維軸が水平を向き、隣り合うモジュール同士の中心間隔が6 cmとなるように横方向に並べて、長さ80 cm、幅30 cm、高さ50 cmの上下を解放させたケーシングに納めて配置してなる膜分離装置を活性汚泥槽に浸漬した。

膜分離装置下方には膜分離装置下端部より散気口までの距離が45 cmとなるように散気装置を設け、散気装置の周囲には、長さ80 cm、幅30 cm、高さ50 cmの上下を解放させたケーシングを設けて散気装置を囲った。散気装置は、内径2.5 cm $\phi$ （内部断面積4.9  $\text{cm}^2$ ）、長さ35 cmの塩化ビニル製パイプ5本を、その長手方向が、中空系膜の長手方向と直角をなすようにパイプの中心間距離18 cm間隔で並べた。それぞれのパイプには、上面に0.3 cm $\phi$ の円形の吐出口を5個ずつ空け、吐出口同士の間隔は6 cmとした。また、それぞれのパイプは内径2.5 cm $\phi$ 、長さ85 cmの塩化ビニル製パイプに接続させて連結させた。散気条件は、ブロワーを用いて空気をケーシングの断面積あたり75  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ の強度にて供給した。

濾過条件は、MLSS濃度8000~12000  $\text{mg/L}$ の活性汚泥を、膜透過流束 $LV=0.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ にて、吸引ポンプを用いて、濾過時間/停止時間=13分/2分の間欠運転にて、1年間継続して濾過処理を実施した。

この実施例の場合、ケーシングの水平方向の断面積は2400  $\text{cm}^2$ 、散気装置の気体吐出口の総数は25であり、 $2400/25=96$ となり、本発明で規定する関係式を満足している。また、膜モジュールを囲む最小体積は0.

$1044\text{ m}^3$ 、総膜面積は $40\text{ m}^2$ 、膜密度は $40/0.1044=383.1$ であり、本発明の好ましい範囲を満足している。

#### <実施例2>

実施例1と同様の中空系膜モジュール5本を用い、スクリーンが垂直方向を向き、繊維軸が垂直方向を向き、隣り合うモジュール同士の間隔が $8\text{ cm}$ となるように横方向に並べて、長さ $45\text{ cm}$ 、幅 $40\text{ cm}$ 、高さ $85\text{ cm}$ の上下を解放させたケーシングに納めて配置してなる膜分離装置を活性汚泥槽に浸漬した。

膜分離装置下方には膜分離装置下端部より散気口までの距離が $45\text{ cm}$ となるように散気装置を設け、散気装置の周囲には、長さ $45\text{ cm}$ 、幅 $40\text{ cm}$ 、高さ $50\text{ cm}$ の上下を解放させたケーシングを設けて散気装置を囲った。散気装置は、内径 $2.5\text{ cm}$ 、長さ $40\text{ cm}$ の塩化ビニル製パイプ3本を、その長手方向が、中空系膜の膜固定部と直角をなすようにパイプの中心間距離 $20\text{ cm}$ 間隔で並べた。それぞれのパイプには、上面に $0.3\text{ cm}$ の円形の吐出口を4個ずつ空け、吐出口同士の間隔は $10\text{ cm}$ とした。また、それぞれのパイプは内径 $2.5\text{ cm}$ 、長さ $45\text{ cm}$ の塩化ビニル製パイプに接続させて連結させた。

この水処理装置により、散気条件および濾過条件を実施例1と同様にして1年間継続して濾過処理を実施した。

この実施例の場合、ケーシングの水平方向の断面積は $1800\text{ cm}^2$ 、散気装置の気体吐出口の総数は12であり、 $1800/12=150$ となり、本発明で規定する関係式を満足している。また、膜モジュールを囲む最小体積は $0.1332\text{ m}^3$ 、総膜面積は $40\text{ m}^2$ 、膜密度は $40/0.1332=300.3$ であり、本発明の好ましい範囲を満足している。

#### <実施例3>

実施例1と同様の中空系膜モジュール3本を用い、スクリーンが垂直方向を向き、繊維軸が水平方向を向き、隣り合うモジュール同士の間隔が $12\text{ cm}$ となるように横方向に並べて、長さ $80\text{ cm}$ 、幅 $30\text{ cm}$ 、高さ $50\text{ cm}$ の上下を解放させたケーシングに納めて配置してなる膜分離装置を活性汚泥槽に

浸漬した。

膜分離装置下方には膜分離装置下端部より散気口までの距離が45 cmとなるように散気装置を設け、散気装置の周囲には、長さ80 cm、幅30 cm、高さ50 cmの上下を解放させたケーシングを設けて散気装置を囲った。散気装置は、内径2.5 cm $\phi$ 、長さ40 cmの塩化ビニル製パイプ3本を、その長手方向が、中空系膜の繊維軸方向と直角をなすようにパイプの中心間距離35 cm間隔で並べた。それぞれのパイプには、上面に0.3 cm $\phi$ の円形の吐出口を3個ずつ空け、吐出口同士の間隔は12 cmとした。また、それぞれのパイプは内径2.5 cm $\phi$ 、長さ85 cmの塩化ビニル製パイプに接続させて連結させた。

この水処理装置により、散気条件および濾過条件を実施例1と同様にして1年間継続して濾過処理を実施した。

この実施例の場合、ケーシングの水平方向の断面積は2400 cm<sup>2</sup>、散気装置の気体吐出口の総数は9であり、 $2400/9=266.7$ となり、本発明で規定する関係式を満足している。また、膜モジュールを囲む最小体積は0.1044 m<sup>3</sup>、総膜面積は24 m<sup>2</sup>、膜密度は $24/0.1044=229.8$ であり、本発明の好ましい範囲を満足している。

#### <実施例4>

実施例1と同様の中空系膜モジュール7本を用い、スクリーンが垂直方向を向き、繊維軸が水平方向を向き、隣り合うモジュール同士の中心間隔が5 cmとなるように横方向に並べて、長さ80 cm、幅40 cm、高さ50 cmの上下を解放させたケーシングに納めて配置してなる膜分離装置を活性汚泥槽に浸漬した。

膜分離装置下方には膜分離装置下端部より散気口までの距離が45 cmとなるように散気装置を設け、散気装置の周囲には、長さ80 cm、幅40 cm、高さ50 cmの上下を解放させたケーシングを設けて散気装置を囲った。散気装置は、内径2.5 cm $\phi$ 、長さ40 cmの塩化ビニル製パイプ7本を、その長手方向が、中空系膜の繊維軸方向と直角をなすようにパイプの中心間距離12.5 cm間隔で並べた。それぞれのパイプには、上面に0.3 cm $\phi$ の円形

の吐出口を8個ずつ空け、吐出口同士の間隔は5 cmとした。また、それぞれのパイプは内径2.5 cmφ、長さ85 cmの塩化ビニル製パイプに接続させて連結させた。

この水処理装置により、散気条件および濾過条件を実施例1と同様にして1年間継続して濾過処理を実施した。

この実施例の場合、ケーシングの水平方向の断面積は $3200\text{ cm}^2$ 、散気装置の気体吐出口の総数は56であり、 $3200/56=57.1$ となり、本発明で規定する関係式を満足している。また、膜モジュールを囲む最小体積は $0.126\text{ m}^3$ 、総膜面積は $56\text{ m}^2$ 、膜密度は $56/0.126=444.4$ であり、本発明の好ましい範囲を満足している。

#### <比較例1>

実施例1と同様の中空系膜モジュールを用い本数並びに配置方式は全く同一とし、下記の条件のみ変更して濾過処理を実施した。すなわち、膜分離装置下方には膜分離装置下端部より散気口までの距離が45 cmとなるように散気装置を設け、散気装置の周囲には、長さ80 cm、幅30 cm、高さ50 cmの上下を解放させたケーシングを設けて実施例1と同様に散気装置を囲うが、散気装置は、内径2.5 cmφ、長さ35 cmの塩化ビニル製パイプ3本を、その長手方向が、中空系膜の長手方向と直角をなすようにパイプの中心間距離35 cm間隔で並べた。それぞれのパイプには、上面に0.3 cmφの円形の吐出口を2個ずつ空け、吐出口同士の間隔は25 cmとした。また、それぞれのパイプは内径2.5 cmφ、長さ85 cmの塩化ビニル製パイプに接続させて連結させた。

この水処理装置により、散気条件および濾過条件を実施例1と同様にして1年間継続して濾過処理を実施した。

この比較例の場合、ケーシングの水平方向の断面積は $2400\text{ cm}^2$ 、散気装置の気体吐出口の総数は6であり、 $2400/6=400$ となり、本発明で規定する関係式を満足していない。なお、膜モジュールを囲む最小体積は $0.1044\text{ m}^3$ 、総膜面積は $40\text{ m}^2$ 、膜密度は $40/0.1044=383.1$ であり、本発明の好ましい範囲を満足している。

### <比較例2>

実施例1と同様の中空系膜モジュールを用い、下記の条件のみ変更して濾過処理を実施した。すなわち、膜分離装置下方には膜分離装置下端部より散気口までの距離が45cmとなるように散気装置を設け、散気装置の周囲には、長さ80cm、幅30cm、高さ50cmの上下を解放させたケーシングを設けて実施例1と同様に散気装置を囲うが、散気装置は、内径2.5cm $\phi$ 、長さ35cmの塩化ビニル製パイプ15本を、その長手方向が、中空系膜の長手方向と直角をなすようにパイプの中心間距離5cm間隔で並べた。それぞれのパイプには、上面に0.3cm $\phi$ の円形の吐出口を10個ずつ空け、吐出口同士の間隔は3.5cmとした。また、それぞれのパイプは内径2.5cm $\phi$ 、長さ85cmの塩化ビニル製パイプに接続させて連結させた。

この水処理装置により、散気条件および濾過条件を実施例1と同様にして1年間継続して濾過処理を実施した。

この比較例の場合、ケーシングの水平方向の断面積は2400cm<sup>2</sup>、散気装置の気体吐出口の総数は150であり、 $2400/150=16$ となり、本発明で規定する関係式を満足していない。なお、膜モジュールを囲む最小体積は0.1044m<sup>3</sup>、総膜面積は40m<sup>2</sup>、膜密度は $40/0.1044=383.1$ であり、本発明の好ましい範囲を満足している。

これらの実施例、比較例において、濾過運転時の時間と膜間差圧（吸引差圧）吸引運転時の膜モジュールの1次側と2次側の圧力差の関係を測定した結果を図7に示した。このグラフから明らかなように、本発明に係わる実施例においては、経時的な膜間差圧の上昇が比較例に対して緩やかで、目詰まりの進行が遅く、エアースクラビングによる洗浄の効率が高いことがわかる。

膜分離装置の水平方向の断面積と散気装置の気体吐出口の数とが所定の関係式を満たす本発明の水処理装置によれば、長期間にわたって散気装置の気体吐出口が閉塞を起こすことなく、エアースクラビング洗浄の均一性を維持することができる。これによって、長期間にわたって膜面の細孔の目詰まりが少なく、高い流量で濁度の高い被処理水の濾過を行うことができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 処理槽内に配設された散気装置の上方に膜分離装置が配設されてなる水処理装置であって、散気装置に設けられた気体吐出口の大きさが $1 \sim 10 \text{ mm}$ であり、膜分離装置の水平方向の断面積を $X \text{ cm}^2$ 、散気装置の気体吐出口の数を $Y$ 個としたとき、関係式 $20 < X/Y < 300$ を満足することを特徴とする水処理装置。

2. 散気装置が散気管からなり、その内径が $5 \sim 120 \text{ mm}$ であることを特徴とする請求項2記載の水処理装置。

3. 散気管の内部断面積が、その散気管一本に配設された気体吐出口の総面積の $1.25$ 倍以上であることを特徴とする請求項3記載の水処理装置。

4. 膜分離装置が、中空系膜モジュールを含むものであることを特徴とする請求項1、2または3記載の水処理装置。

5. 膜分離装置が、平面状に展開して配置された中空系膜と、中空系膜の端部を開口状態を保ちつつこれを固定する固定部材と、固定部材を支持収納する構造材とを有してなる中空系膜モジュールを含み、かつ中空系膜により形成される平面がほぼ垂直となるように中空系膜モジュールを配置してなることを特徴とする請求項1記載の水処理装置。

6. 膜分離装置が、平面状に展開して配置された中空系膜と、中空系膜の端部を開口状態を保ちつつこれを固定する固定部材と、固定部材を支持収納する構造材とを有してなる中空系膜モジュールを含み、かつ中空系膜により形成される平面がほぼ垂直となり、かつ中空系膜の繊維軸方向がほぼ水平となるように中空系膜モジュールを配置してなることを特徴とする請求項5記載の水処理装置。



7. 膜分離装置が、平面状に展開して配置された中空系膜と、中空系膜の端部を開口状態を保ちつつこれを固定する固定部材と、固定部材を支持収納する構造材とを有してなる中空系膜モジュールを含み、中空系膜により形成される平面がほぼ垂直となり、かつ中空系膜の繊維軸方向が水平面に対し傾斜角を持つように中空系膜モジュールを配置してなることを特徴とする請求項5記載の水処理装置。

8. 膜分離装置が、平面状に展開して配置された中空系膜と、中空系膜の端部を開口状態を保ちつつこれを固定する固定部材と、固定部材を支持収納する構造材とを有してなる中空系膜モジュールを含み、かつ中空系膜により形成される平面がほぼ垂直となり、かつ中空系膜の繊維軸方向がほぼ垂直となるように中空系膜モジュールを配置してなることを特徴とする請求項5記載の水処理装置。

9. 膜分離装置が、中空系膜モジュールを含み、かつ膜配設部における膜密度が $100 \sim 500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ であることを特徴とする請求項1記載の水処理装置。

10. 膜分離装置が、中空系膜モジュールの1次側と2次側との間に水頭差を設けて中空系膜モジュールの1次側および2次側を配置すると共に、膜配設部における膜密度が $100 \sim 500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ であることを特徴とする請求項4記載の水処理装置。

11. 膜分離装置が、中空系膜モジュールの2次側が1次側と液密を保った状態で大気に解放されている処理槽内の液溜まり部に連通し、且つ該液溜まり部の水位を1次側の被処理水の水位より低い位置としてなることを特徴とする請求項4記載の水処理装置。

12. 散気装置に設けられた気体吐出口の大きさが $1 \sim 10 \text{ mm}$ φであり、

膜分離装置の水平方向の断面積を  $X \text{ cm}^2$ 、散気装置の気体吐出口の数を  $Y$  個としたとき、関係式  $20 < X/Y < 300$  を満足する散気装置の上方に該膜分離装置を配設し、連続的若しくは断続的に散気装置から散気を行いながら、膜分離装置より被処理水を濾過することを特徴とする水処理方法。

13. 気体吐出口における気体吐出速度が  $5 \sim 100 \text{ cm/sec}$  で散気を行うことを特徴とする請求項13記載の水処理装置。

図 1

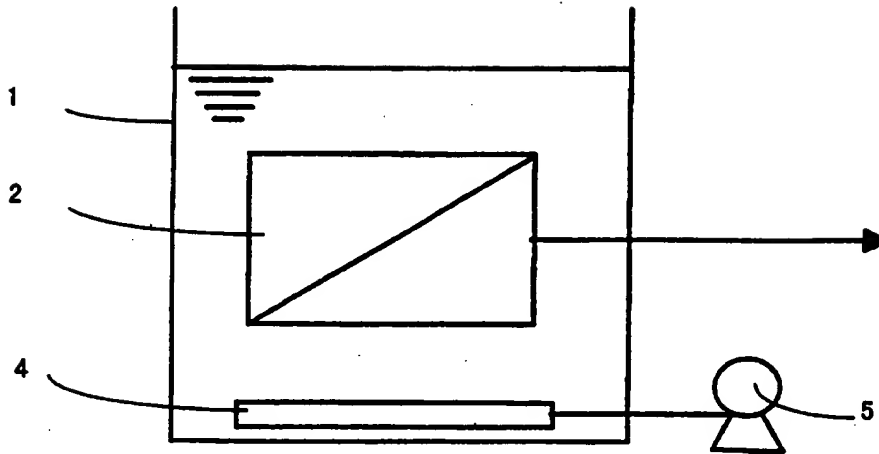


図 2

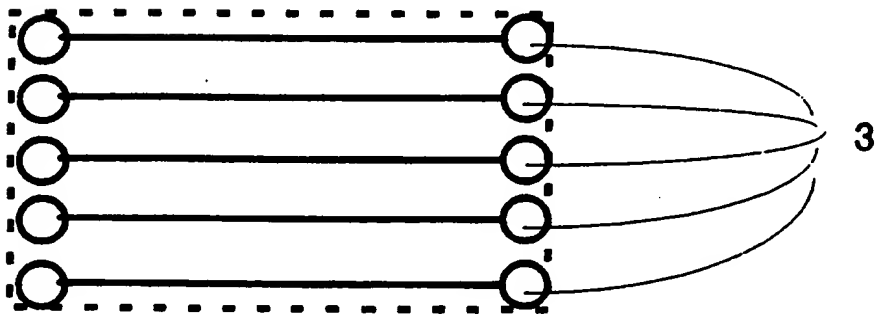


図 3

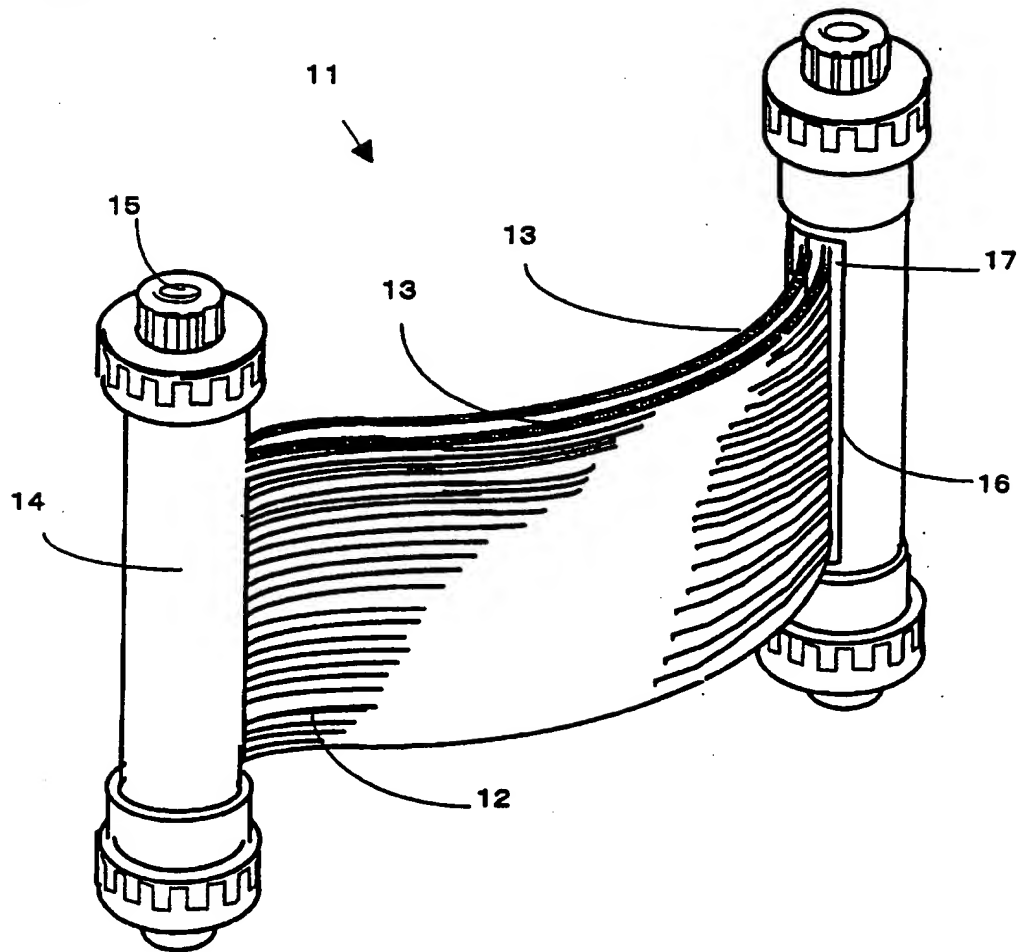


図 4

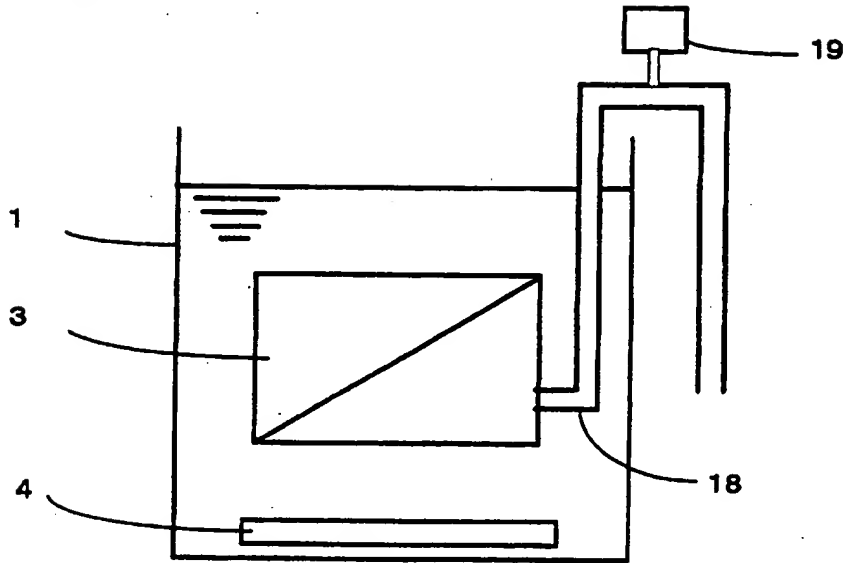


図 5

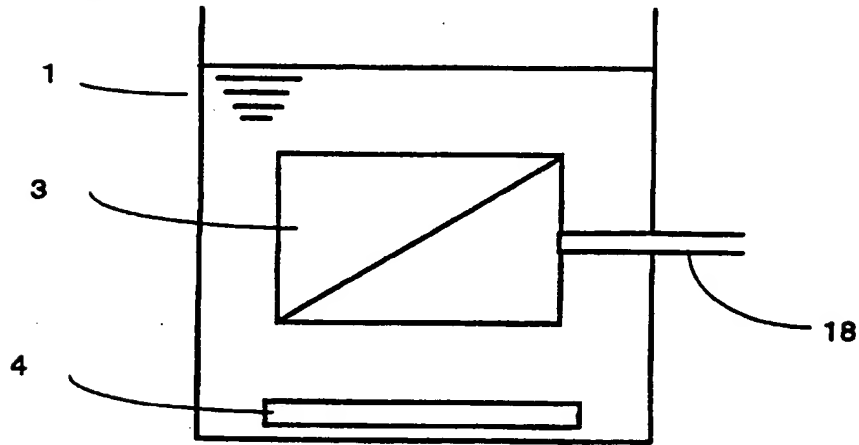


図 6

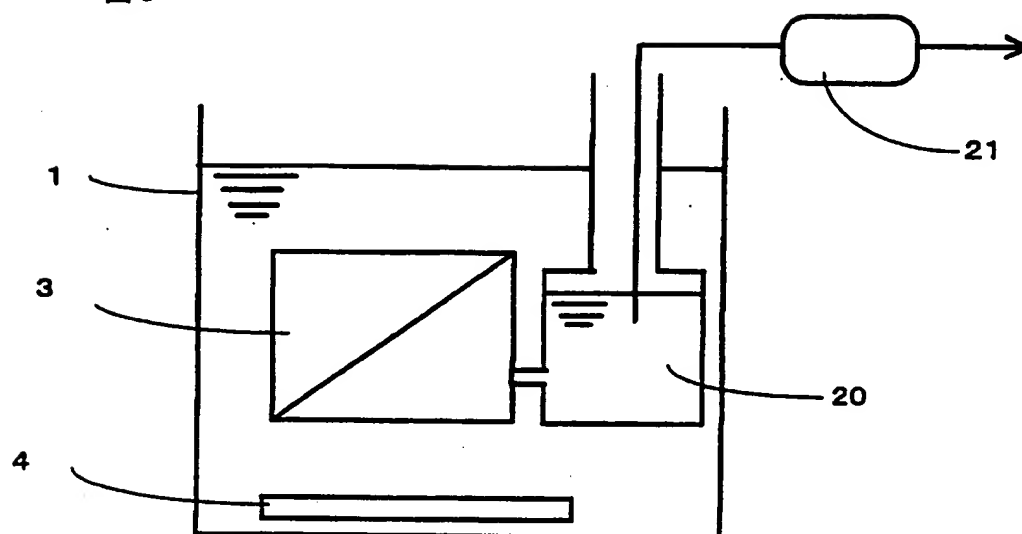
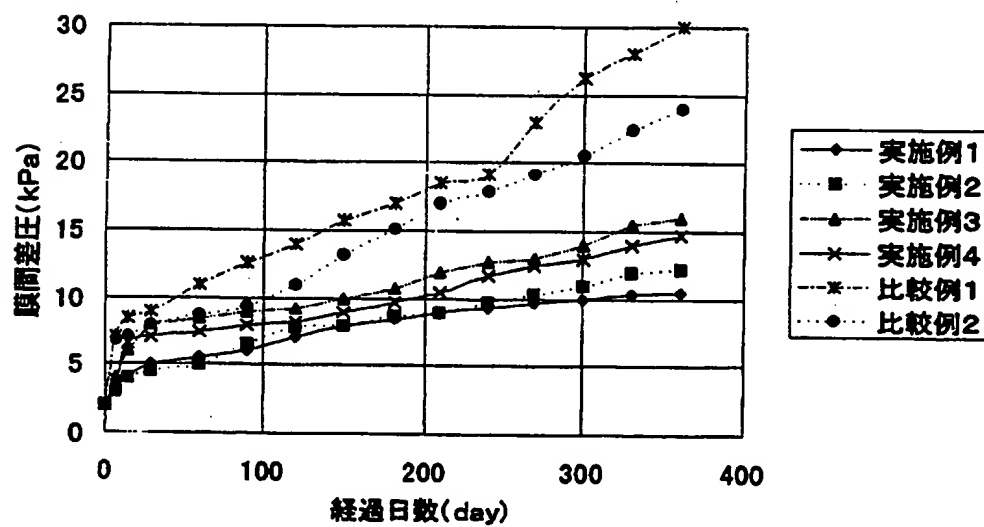


図 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/05520

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>6</sup> C02F1/44, B01D63/02, B01D65/02  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>6</sup> C02F1/44, B01D63/02, B01D65/02  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Keisai Koho 1996-1999  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PA	JP, 10-99856, A (Kurita Water Industries Ltd.), 21 April, 1998 (21. 04. 98) (Family: none)	1-13
A	JP, 9-75937, A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 25 March, 1997 (25. 03. 97) (Family: none)	1-13
A	JP, 7-275668, A (Kubota Corp.), 24 October, 1995 (24. 10. 95) (Family: none)	1-13
A	JP, 7-24264, A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 27 January, 1995 (27. 01. 95) (Family: none)	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 24 February, 1999 (24. 02. 99)		Date of mailing of the international search report 9 March, 1999 (09. 03. 99)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>8</sup> C02F1/44, B01D63/02, B01D65/02		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>8</sup> C02F1/44, B01D63/02, B01D65/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996 日本国公開実用新案公報 1971-1999 日本国登録実用新案公報 1994-1999 日本国実用新案掲載公報 1996-1999		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PA	J P, 10-99856, A (栗田工業株式会社) 21. 4月. 1998 (21. 04. 98), ファミリーなし	1-13
A	J P, 9-75937, A (三菱レイヨン株式会社) 25. 3月. 1997 (25. 03. 97), ファミリーなし	1-13
A	J P, 7-275668, A (株式会社クボタ) 24. 10月. 1995 (24. 10. 95), ファミリーなし	1-13
A	J P, 7-24264, A (三菱レイヨン株式会社) 27. 1月. 1995 (27. 01. 95), ファミリーなし	1-13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	24. 02. 99	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 吉水 純子 印 4D 7738 電話番号 03-3581-1101 内線 3421